

2. Харахулах В. С., Старовойт А. Г., Изюмский Н. Н. Проблемы доменного производства Украины и пути их решения при вводе технологии вдувания ПУТ // Доменное производство – XXI век: труды Международного конгресса доменщиков. М.: Издательский дом «Кодекс», 2010. С. 92–98.

3. Тирьон К., Суворов М., Шмит Л. О комплексном подходе при вдувании ПУТ в доменные печи // Доменное производство – XXI век: труды Международного конгресса доменщиков. М.: Издательский дом «Кодекс», 2010. С. 80–91.

4. Сибгатуллин С.К., Майорова Т.В. К расчету показателей хода доменного процесса при повышенном общем перепаде давления газов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2010. № 3. С. 16–18.

5. Сибгатуллин С.К., Ваганов А.И. Логачев Г.Н. Ход восстановления по высоте печи при различном содержании железа в шихте // Литейные процессы: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск: МГТУ, 2009. Вып. 8. С. 108–115.

6. Сибгатуллин С.К., Середникова Е.И. Технологическая роль повышенного нагрева дутья // Производство чугуна: межвуз. сб. Свердловск: УПИ, 1979. Вып. 5. С. 135–140.

УДК 669.051

Р. В. Петухов*, **А. Н. Дмитриев****, **С. В. Корнилков*****, **А. Е. Пелевин******,
Г. Ю. Витькина**, **Ю. А. Чесноков****

* ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

** Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

*** Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

**** Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РУД И КОНЦЕНТРАТОВ КАЧКАНАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация

С целью предварительной оценки возможности пирометаллургической переработки руд собственно Качканарского месторождения (СКМ) была поставлена задача раздельной переработки минеральных разновидностей руды Гусевогорского месторождения в лабораторных условиях и получения железных концентратов с повышенным и пониженным содержанием TiO_2 .

В работе представлены результаты предварительных экспериментальных исследований руд Гусевогорского месторождения для их дальнейшей металлургической переработки. Проведен химический анализ руд и концентратов, исследованы магнитные свойства концентратов путем измерения намагниченности. Сделаны выводы о близости химических составов по ванадию и титану концентратов высокотитанистого Главного карьера Гусевогорского месторождения и собственно Качканарского месторождения, а также о некотором различии магнитных свойств низкотитанистого и высокотитанистого концентратов

и практически одинаковых магнитных свойствах высокотитанистого и типичного концентрата из Гусевогорского месторождения.

Ключевые слова: титаномагнетит, месторождение, руда, металлургическая переработка, концентрат, свойства.

Abstract

There was state problem of separate processing of ore mineral types of the Gusevogorsky deposit in vitro and reception of iron concentrates with low and high content of TiO_2 for the purpose of preliminary estimation of pyrometallurgical processing of ores of actually Kachkanarsky deposit.

In paper the results of preliminary experimental investigations of Gusevogorsky deposit ores for their further metallurgical processing are presented. The chemical analysis of ores and concentrates is made; magnetic properties of concentrates by magnetization measuring are explored. The proximity of chemical compositions of Main pit of Gusevogorsky and actually Kachkanarsky deposits is concluded. There are distinctions between magnetic properties of low-titanic and high-titanic concentrates, and almost identical magnetic properties high-titanic and typical concentrate from Gusevogorsky deposit.

Keywords: titanomagnetite, deposit, ore, metallurgical processing, concentrate, properties.

На территории Урала имеются огромные запасы титаномагнетитовых руд [1–5]. В настоящее время ОАО «ЕВРАЗ НТМК» перерабатывают титаномагнетиты Гусевогорского месторождения Качканарской группы месторождений, являясь, кроме производства стали, одним из основных поставщиков ванадия в России.

В промышленных запасах железных руд Урала титаномагнетиты составляют около 75 %. Их промышленные запасы по категориям А+В+С₁ составляют около 7 млрд. т, по категории С₂ – около 5 млрд. т. Химический состав некоторых руд и железорудных титаномагнетитовых концентратов представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исходной руды и концентратов некоторых ванадийсодержащих месторождений Урала, % [5]

Месторождение	Исходная руда			Концентрат		
	Fe	V ₂ O ₅	TiO ₂	Fe	V ₂ O ₅	TiO ₂
Гусевогорское	16,6	0,13	1,23	61,5	0,59	2,50
Качканарское	16,6	0,14	1,24	63,0	0,60	3,60
Медведевское	24,0	0,25	7,00	60,0	0,7–0,8	10,15
Копанское	36,7	0,45	9,90	54–60	0,7–0,9	8,13

В настоящее время разрабатывается Гусевогорское месторождение Качканарской группы месторождений, в ближайшей перспективе – собственно Качканарское месторождение. Характеристика этих месторождений в сравнении с месторождениями Челябинской области приведена в табл. 2. Балансовые запасы руд Качканарской группы месторождений составляют 11,54 млрд. т.

Титаномагнетиты Качканарской группы месторождений [6]

Месторождение	Запасы, млрд. т.	Среднее содержание железа в рудах
Гусевогорское	3,5	16,6
Качканарское	2,6	16,6

Гусевогорское месторождение приурочено к интрузивному массиву Гусевых гор. Промышленное оруднение представлено вкрапленностью титаномагнетита и сосредоточено в нескольких залежах. Рудные минералы представлены магнетитом и ильменитом. По химическому составу руды относятся к бедным ванадийсодержащим титаномагнетитовым вкрапленникам. Содержание титаномагнетита максимальное в диаллагитах и минимальное в габбро (менее 14 % Fe_{общ}). По технологическим свойствам руды относятся к легкообогатимым – крупно- и средневкрапленные структуры, среднеобогатимые – мелковкрапленные руды и труднообогатимые – тонко- и мелковкрапленные руды.

Качканарское месторождение расположено на северном и северо-восточном склонах горы Качканар и приурочено к качканарскому пироксенитовому массиву. Основную часть залежи составляют руды с содержанием 16–20 % Fe. Меньшую площадь составляют руды с содержанием 14–16 % Fe. Оруднение распространено в диаллаговых пироксенитах и частично в оливинитах. Характерная черта оруднения – плавный переход от промышленных концентраций рудных минералов к слабо орудненным и безрудным породам. Оруднение в оливинитах представлено крупновкрапленными богатыми рудами с содержанием более 20 % Fe. По данным [7], ОАО «ЕВРАЗ КГОК» ведутся подготовительные работы по вовлечению в эксплуатацию данного месторождения.

С целью предварительной оценки возможности пирометаллургической переработки руд собственно Качканарского месторождения была поставлена задача отдельной переработки минеральных разновидностей руды Гусевогорского месторождения в лабораторных условиях и получения железных концентратов с повышенным и пониженным содержанием TiO₂.

Для испытаний процесса магнитного обогащения отобраны две пробы, представляющие минеральные разновидности руды Гусевогорского месторождения – малотитанистая (высокованадиастая) и нормально-титанистая (высококотитанистая) разновидности [8].

Схема переработки проб руды соответствовала схеме обогащения, применяемой на ОФ «ЕВРАЗ КГОК» [8].

В ИМЕТ УрО РАН выполнен химический анализ проб руд и концентратов, полученных из ООО «Техноген-проект» (результаты приведены в табл.3). Анализ результатов показал соответствие концентрата, полученного из высокотитанистой руды Главного карьера Гусевогорского месторождения, концентрату, полученному из руды собственного Качканарского месторождения.

Выполнены измерения намагниченности концентратов на оборудовании Cryogenic CFS-9T-CVTI [9].

Институтом металлургии УрО РАН были выполнены расчеты доменной плавки окискованных концентратов Гусевогорского и собственно Качканарского месторождений по технологии ОАО «ЕВРАЗ НТМК» (табл. 4). Расчеты показали, что содержание диоксида титана

в шлаках, в зависимости от глубины обогащения, составит 10,0–15,0 % против 8–10,5 % при плавке базовых концентратов Гусевогорского месторождения. Практика работы ОАО «ЕВРАЗ НТМК» свидетельствует о том, что такое повышение содержания диоксида титана в шлаках осложняет технологию доменной плавки. В связи с этим, встает вопрос выбора состава доменной шихты для эффективной работы доменной печи (рис. 1). Вместе с тем, концентрация TiO_2 остается ниже предельной (40 %), обеспечивающей эффективное извлечение его в самостоятельный продукт.

Таблица 3

Химический состав руд и концентратов Качканарского месторождения

Химический состав, %	Гусевогорская руда	Руда высокотитанистая (Главный карьер)	Руда низкотитанистая высокованадиевая (Западный карьер)	Гусевогорский концентрат	Концентрат высокотитанистый (Главный карьер)	Концентрат низкотитанистый высокованадиевый (Западный карьер)
$Fe_{общ}$	16,70	15,89	16,78	61,4	63,83	65,27
$Fe_{мет}$	—	0,12	0,16	0,12	0,095	0,12
FeO	12,34	10,19	8,65	27,0	29,34	29,20
Fe_2O_3	10,12	23,63	14,09	—	—	—
CaO	15,2	—	—	1,52	0,97	0,62
SiO_2	38,8	38,08	39,03	4,25	2,89	1,72
MgO	13,7	11,75	11,28	3,11	2,40	1,16
Al_2O_3	5,52	5,22	8,64	2,31	2,58	2,22
MnO	0,17	0,214	0,184	0,23	0,255	0,192
TiO_2	1,28	1,58	1,40	2,52	3,40	2,13
V_2O_5	0,13	0,179	0,20	0,58	0,70	0,80
S	0,03	0,025	0,013	—	0,0119	0,0103
P/ P_2O_5	0,02/0,07	/0,0052	/0,015	—	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$

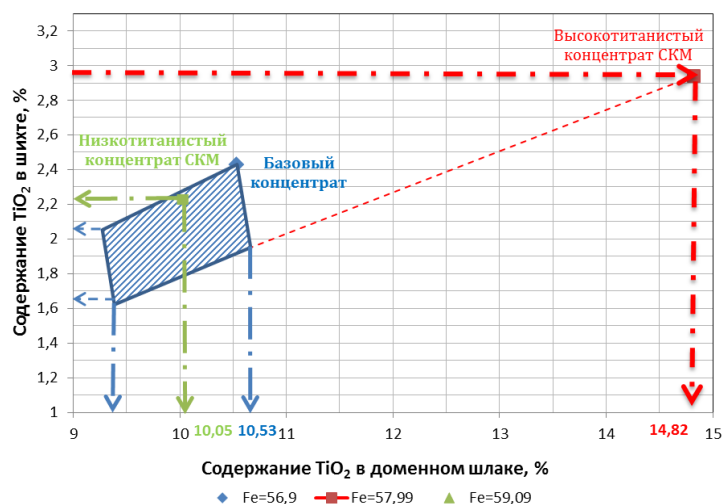


Рис. 1. Оценка влияния содержания TiO_2 в доменной шихте на содержание TiO_2 в шлаке

Таблица 4

Расчет доменной плавки концентратов Гусевогорского и собственно Качканарского месторождений в условиях ОАО «ЕВРАЗ НТМК»

Показатель	Базовый концентрат (Гусевогорское месторождение)	Высокотитанистый концентрат (СКМ, Главный карьер)	Низкотитанистый концентрат (СКМ, Западный карьер)
Доменная шихта:			
Агломерат в/о, доля %	38,3		
Окатыши, доля %	52,3		
Железофлюс, доля %	9,4		
Fe _{общ} , %	56,9	57,99	59,09
TiO ₂ , %	2,43	2,94	2,25
Доменный шлак: TiO ₂ , %	10,53	14,92	10,05

В дальнейшем планируется выполнить сравнительную оценку возможности переработки таких концентратов по схеме «доменная печь – конвертер» и схеме «металлизация – электроплавка».

Статья подготовлена по материалам междисциплинарного проекта УрО РАН 12-М-23457-2041.

Список использованных источников

1. Шманенков И. В., Резниченко В. А., Мелентьев Б. Н. и др. Комплексное использование руд // И. П. Бардин и развитие металлургии в СССР. М.: Наука, 1976. С. 14–25.
2. Резниченко В. А., Шабалин Л. И. Титаномагнетиты, месторождения, металлургия, химическая технология. М.: Наука, 1986. 294 с.
3. Леонтьев Л. И., Ватолин Н. А., Шаврин С. В., Шумаков Н. С. Пирометаллургическая переработка комплексных руд. М.: Металлургия, 1997. 432 с.
4. Смирнов Л. А., Дерябин Ю. А., Шаврин С. В. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов. Челябинск: Металлургия, 1990. 256 с.
5. Гаврилюк Г.Г., Леконцев Ю.А., Абрамов С.Д. Доменная плавка титаномагнетитов. Тула: АССОД, 1997. 216 с.
6. Рудные месторождения СССР / под ред. акад. В. И. Смирнова. М.: Недра, 1978. Т. 1–3.
7. Управленцы КГОКа расписали этапы разработки Собственно-качканарского месторождения [Электронный ресурс] // <http://www.kchetverg.ru/2010/03/10/upravlency-kgoka-raspisali-etapy-razrabotki-sobstvenno-kachkanarskogo-mestorozhdeniya> (дата обращения: 02.09.2013).

8. Раздельная переработка проб руды Гусевгорского месторождения: отчет о НИР по х/д № 01/07/-12И / под рук. Пелевина А. Е. ООО «Техноген-проект», 2012. 20 с.

9. Dmitriev A.N., Vitkina G.Yu., Petukhov R.V., Kornilkov S.V., Pelevin A.E., Fishma A.Ya., Sapozhnikova T.V., Shunyaev K.Yu.. The Characteristic of Ores and Concentrates of the Open Society "EVRAZ KGOK" // Advanced Materials Research. 2014. Vols. 834-836. Pp. 364-369.

УДК 669.045

И. А. Прибытков, М. В. Ганина

ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский
технологический университет МИСиС», г. Москва, Россия

ПРЕДПРОЕКТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРЕВА АЗОТА

Задача коренного улучшения качества и увеличения выпуска холоднокатаного стального листа является важнейшей в российской черной металлургии, направленной на обеспечение растущей потребности национальной экономики. Практически весь холоднокатаный лист в нашей стране производят рулонным способом и на завершающей стадии подвергают светлomu (в защитных средах) рекристаллизационному отжигу в термических печах. Оборудование, тепловой и температурный режимы и теплообменные процессы в этих печах решающим образом определяют качество готового листа, а также производительность и экономичность отжига.

Целью данной работы является разработка и исследование установки для проведения светлого рекристаллизационного отжига холоднокатаной стальной ленты с использованием струйного конвективного нагрева, позволяющего повысить энергоэффективность технологического процесса. Отличительной особенностью такой установки является использование азота одновременно как теплоносителя, так и защитной атмосферы. Для достижения поставленной цели необходимо решить, как минимум, две задачи: первая – разработка устройства для нагрева азота, вторая – разработка собственно устройства для нагрева стальной ленты. Работа посвящена разработке и исследованию устройства для нагрева азота.

Общая схема комплекса «устройство для нагрева азота – устройство для нагрева стальной ленты»

Разработанная принципиальная схема комплекса «устройство для нагрева азота – устройство для нагрева стальной ленты» представлена на рис. 1.

В устройстве 1 производится нагрев теплоносителя (азота) теплотой продуктов сгорания топлива. Подогретый до заданной температуры азот транспортируется по трубопроводу и в виде системы струй подается в устройство для нагрева стальной ленты 2, где одновременно выполняет функции теплоносителя и защитной атмосферы.